

УСКОРЕННЫЙ МЕТОД ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛ НА ЗАДНЕЙ ГРАНИ ИНСТРУМЕНТА ПРИ ТОРЦОВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ

В. В. ОВЧАРЕНКО, Г. Л. КУФАРЕВ

(Представлена научным семинаром кафедры станков и резания металлов)

Рассматривая составляющие силы резания, возникающие на поверхностях инструмента, их можно разделить на две группы: силы на передней поверхности и силы на задней поверхности инструмента, принципиально различные по природе их возникновения.

Необходимость изучения сил на задней грани вызвана не только тем, чтобы выявить их долю в общем балансе сил, но и тем, что по изменению сил на задней грани можно судить о влиянии различных факторов на условия контакта задней поверхности с обрабатываемым материалом и, как следствие, на износ инструмента по задней поверхности.

В процессе фрезерования даже с большими подачами на зуб резание осуществляется при малых толщинах среза, а при полном и боковом фрезеровании — при толщинах среза, близких к нулю. В таких случаях пренебрегать силами на задней грани ни в коей мере нельзя. Для определения усилий резания при фрезеровании по теоретическим уравнениям [1, 2] учет сил на задней грани также необходим во избежание существенных погрешностей при проведении расчетов.

Из всех встречающихся в литературе методов экспериментального определения сил на задней поверхности наибольшее распространение получил метод экстраполяции силовых зависимостей на нулевую толщину среза, предложенный А. М. Розенбергом [3]. Наиболее обоснованный подход к разделению сил на поверхностях инструмента и достаточная точность данного метода делают его более предпочтительным перед другими.

Описываемая методика базируется на следующих положениях:

1. Силы на передней поверхности инструмента, при постоянной степени деформации металла стружки, изменяются прямо пропорционально поперечному сечению срезаемого слоя.

2. Силы на задней поверхности инструмента в процессе деформации металла стружки не участвуют и не зависят практически от толщины срезаемого слоя.

Наряду с достоинствами, этот метод обладает и существенным недостатком. Для получения надежных результатов по этому методу

требуется проведение большого объема экспериментов — $35 \div 40$ опытов, так как выделить режим постоянной степени деформации стружки удастся только при изменении подачи и скорости резания в достаточно широких пределах. Естественно, это связано с большими затратами времени на проведение эксперимента, повышенным расходом порой дорогостоящего обрабатываемого материала, режущего инструмента и т. д. В то же время для исследования общих закономерностей изменения сил, напряжений и других характеристик процесса резания в зависимости от режимов обработки и геометрии инструмента желательно проводить опыты на большем количестве различных по свойствам обрабатываемых металлов.

Предлагаемый метод определения сил на задней грани является, по существу, более ускоренным и упрощенным методом проф. А. М. Розенберга.

При этом предполагается, что режимы постоянной степени деформации являются одновременно и режимами постоянной температуры резания [3, 4 и др.].

При проведении всех динамических опытов с помощью естественной термопары измерялась температура резания и по отобранной стружке определялась ее усадка. Силы резания измерялись с помощью упруго-электрической аппаратуры с датчиками сопротивления. Мгновенные значения сил резания и температуры при перемещении зуба фрезы по дуге контакта записывались на пленке осциллографа МПО-2.

По осциллограмме можно легко определить мгновенные значения температуры и силы для различных толщин среза. Поэтому, проводя опыты на различных скоростях ($5-7$ опытов) при одном значении подачи на зуб, можно построить зависимость силы от толщины среза при постоянных режимах температуры.

Предлагаемым методом определялись силы на задней поверхности инструмента при торцовом фрезеровании сталей 2Х13, 40Х и 45 со следующими режимами процесса резания: $V_{рез.} = 30 \div 190$ м/мин; $S = 0,05 \div 0,2$ мм/зуб; $B = D = 150$ мм; $t = 3$ мм. Геометрия инструмента: $\gamma = 10^\circ$; $\alpha = 10^\circ$; $\varphi = 90^\circ$; $\lambda = 0^\circ$. Использовалась однозубая фреза с пластиной из твердого сплава Т15К6.

На рис. 1 представлены графики зависимостей максимальных значений температуры резания, усадки стружки и окружной силы от скорости резания при фрезеровании стали 40Х с различными подачами. Ввиду ограниченности объема статьи, результаты, полученные для сталей 2Х13 и 45, в данной работе не приводятся.

График на рис. 2 наглядно подтверждает единство усадки стружки в условиях постоянства температуры резания. На основании этих данных возможно выделение сил на задней грани как при условии постоянной усадки стружки, так и при постоянной температуре резания.

На рис. 3 приведены графики мгновенных значений температуры резания и окружной силы, полученные в результате обработки осциллограммы одного опыта.

Имея для каждого обрабатываемого материала осциллограммы $5-7$ опытов, полученные при различных скоростях резания с одной подачей, можно построить график зависимости окружного усилия от толщины среза при условии постоянства температуры.

Результаты разделения сил, полученные по предлагаемой ускоренной методике, сравнивались с результатами, полученными по методике проф. А. М. Розенберга при проведении большой серии опытов. Анализ полученных результатов (рис. 4) показал полное совпадение значений сил на задней грани инструмента, определенных по методу, предлагае-

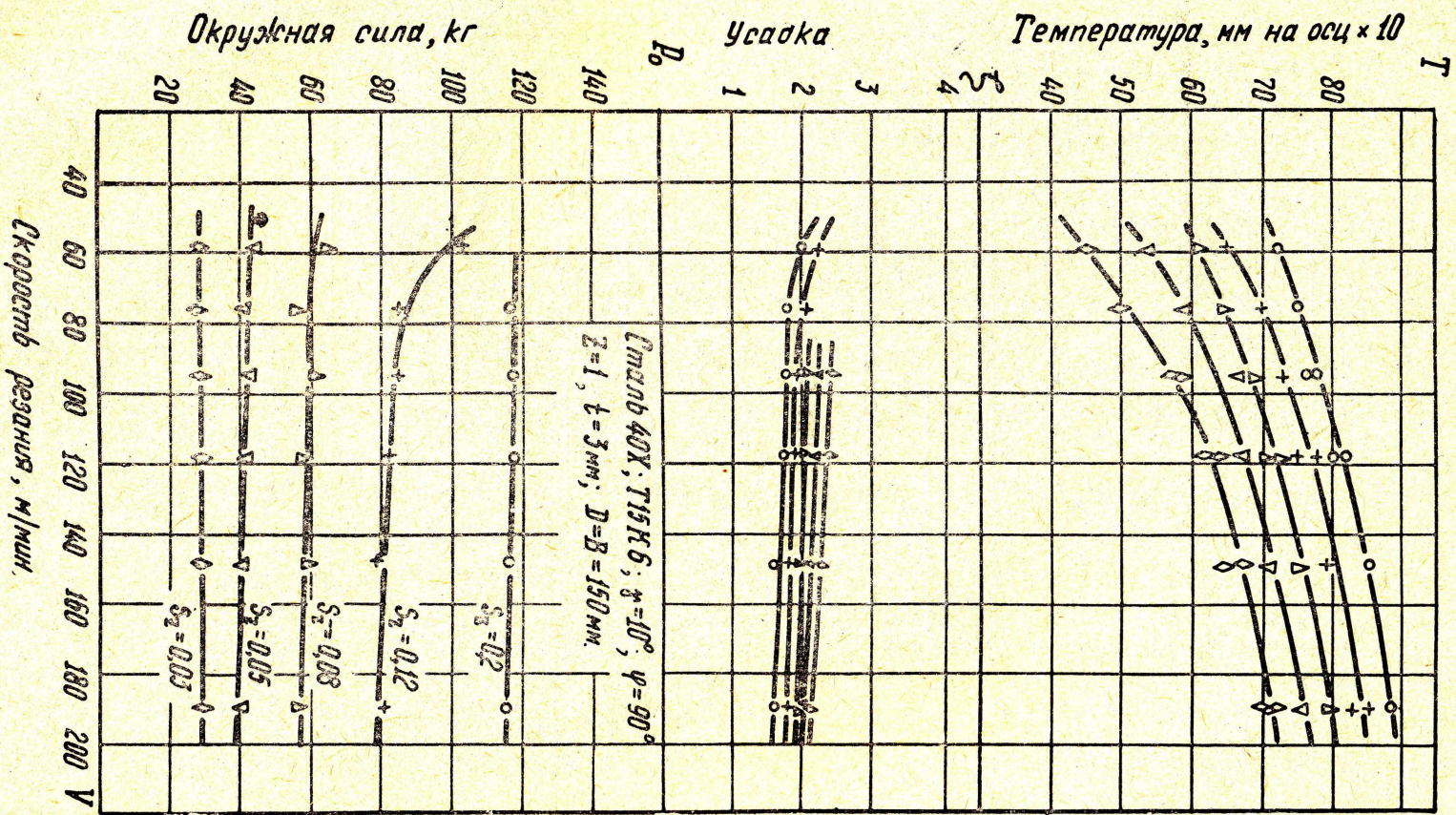


Рис. 1

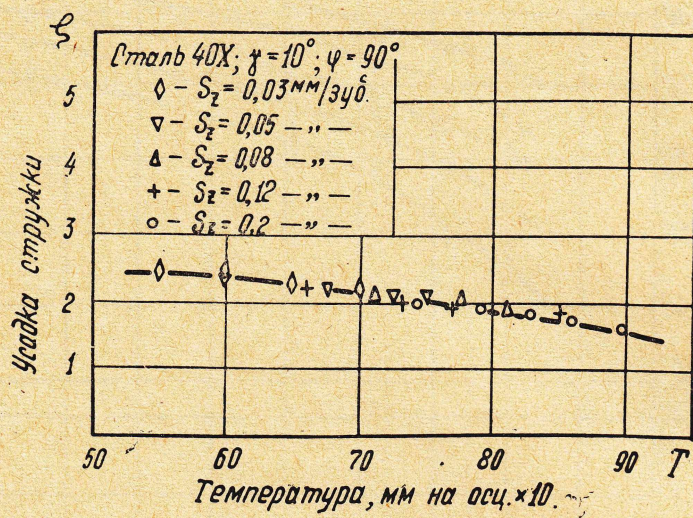


Рис. 2

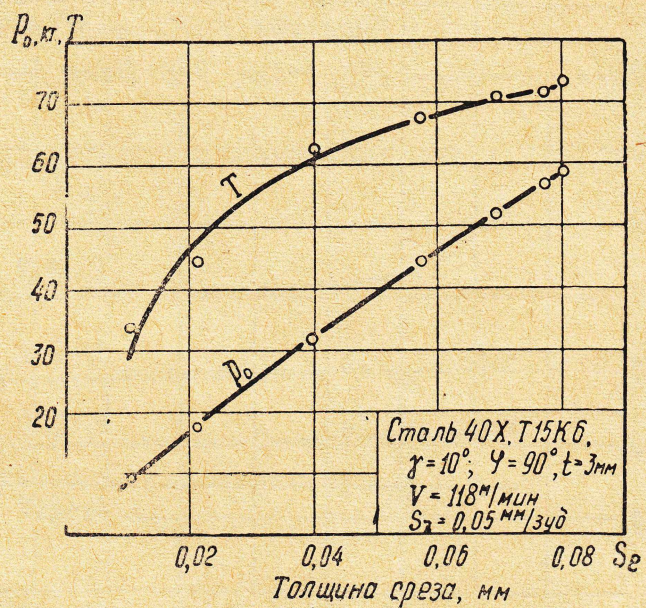


Рис. 3

тому нами (значки на графиках), и методу проф. А. М. Розенберга (сплошные линии на графиках).

Таким образом, использование предлагаемой методики разделения сил на режущем инструменте при значительно меньшем количестве про-

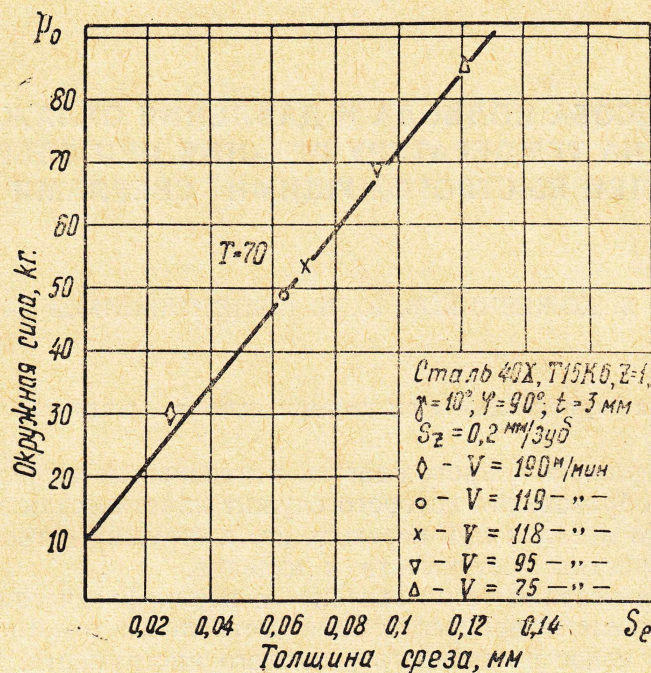


Рис. 4

веденных опытов позволяет получить результаты с такой же точностью, что и по методике проф. А. М. Розенберга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Резание металлов и инструмент. Под редакцией проф. А. М. Розенберга. Изд-во «Машиностроение», М., 1964.
2. А. М. Розенберг, Г. Л. Куфарев, Ю. А. Розенберг. Новые зависимости для расчета сил резания при фрезеровании. Материалы Всесоюзной межвузовской конференции, в сб.: «Обрабатываемость жаропрочных и титановых сплавов», Куйбышев, 1963.
3. А. М. Розенберг, А. Н. Еремин. Элементы теории процесса резания металлов, Машгиз, М., 1956.
4. А. А. Козлов. Фрезерование цветных металлов и сплавов. Диссертация. Томск, 1965.